

Géomorphologie et végétation à l'étage alpin: l'exemple du Mont-Gelé (Bagnes, VS)¹

par Nathalie A. Bretz Guby² et Jacques Droz³

ZUSAMMENFASSUNG

Geomorphologie und Vegetation auf der alpinen Stufe: der Mont-Gelé als Beispiel (Bagnes, VS)

Der Mont-Gelé (3023 M), ein Gipfel der inneren Alpen im Wallis (Schweiz), befindet sich in einem eher kontinentalen klimatischen Umfeld. Aus geologischer Sicht gehört er zur Penninischen Decke, d.h. dass das Substratum wesentlich kieselartig ist. Dieser Gipfel charakterisiert sich durch diverse geomorphologische Formen, gebildet durch den Permafrost. Diese Arbeit analysiert die Beziehungen zwischen den geomorphologischen Formen sowie den vegetalischen Formationen, die mit einer Scala von 1:10'000 separat kartiert sind.

Schlüsselwörter: Geomorphologie, alpine Vegetation, Permafrost, Mont-Gelé, Wallis.

ABSTRACT

Geomorphology and Vegetation on the alpine belt: the case of the Mont-Gelé (Bagnes, VS)

The Mont-Gelé is a summit of the internal Alps in Valais (Switzerland) culminating at 3023 m in a rather continental climate. From the geological point of view it belongs to the Penninic domain, which means that the substratum is essentially silicious. This mountain is characterized by the presence of various geomorphological patterns, among which those generated by permafrost. This study analyses the relationship between geomorphological patterns and vegetal formations which are separately mapped at the scale of 1:10'000.

Key words: geomorphology, alpine vegetation, permafrost, Mont-Gelé, Valais.

RÉSUMÉ

Géomorphologie et végétation à l'étage alpin: l'exemple du Mont-Gelé (Bagnes, VS)

Le Mont-Gelé est un sommet des Alpes internes en Valais (Suisse) culminant à 3023 m, dans un contexte climatique plutôt continental. Du point de vue géologique, il appartient au domaine pennique. Le substratum y est essentiellement siliceux. Ce sommet est caractérisé par la présence de pergélisol, éboulis et glaciers rocheux. Le présent travail analyse les relations entre formes géomorphologiques et formations végétales qui sont cartographiées séparément à l'échelle de 1:10'000.

Mots-clefs: géomorphologie, végétation alpine, pergélisol, Mont-Gelé, Valais

¹ Travail de mémoire en géographie pour l'obtention de la Licence ès lettres de N. A. Bretz Guby

² Rue de la Fusion 122, CH-1920 Martigny

³ Institut de Botanique systématique et de géobotanique, Bâtiment de biologie, Université de Lausanne, CH-1015 Lausanne



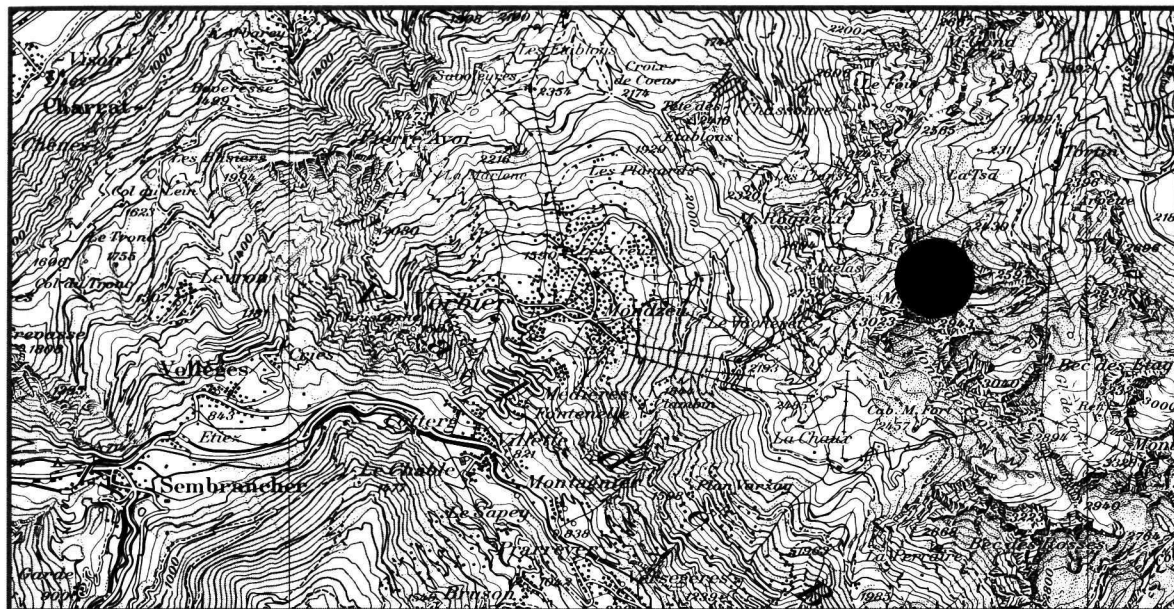


Fig. 1 – Situation géographique de la région du Mont-Gelé. (REPRODUIT AVEC L'AUTORISATION DE L'OFFICE FÉDÉRAL DE TOPOGRAPHIE DU 6 DÉCEMBRE 1996.)

INTRODUCTION

Le présent travail est une version entièrement revue et approfondie d'une étude antérieure de BRETZ GUBY (1994). Il se présente comme le prolongement de deux études sectorielles ayant trait respectivement à la répartition du pergélisol dans la région du Mont-Gelé BRETZ & GIROUD, (1993) et à la géomorphologie de cette même région BRETZ & GIROUD, (1994).

Le but de cette étude est l'analyse des corrélations entre groupements végétaux et formes géomorphologiques périglaciaires.

Situation géographique et géologique⁴

Le terrain parcouru durant les étés 1992 et 1993 se situe dans les Alpes internes, en Valais, au-dessus de Verbier, commune de Bagnes. Il occupe environ 2 km² de la feuille Cleuson, n° 5661, de la carte nationale de la Suisse au 1:10'000. Celle-ci a servi de base aux levés géologique, morphologique et botanique.

Le terrain d'observation (**fig. 1**) s'inscrit dans un rectangle de coordonnées 587'000-588'500/ 104'000-106'000. Il s'étend entre 2500 et 3023 m, aux étages alpin et subnival. Le terrain décrit dans ce travail appartient au domaine géologique du Pennique moyen (ancienne nappe du Grand-Saint-Bernard), formé d'un empilement de quatre grands ensembles structuraux, à savoir, du plus externe au plus interne: la zone Houillère, la nappe des Pontis, la nappe de Siviez-Mischabel et la nappe du Mont-Fort (ESCHER 1988). Le

terrain d'étude se situe au front occidental de cet empilement et ne recoupe que la nappe du Mont-Fort. D'après THELIN ET AL. (1993) on distingue du nord au sud:

- Une série permo-triasique, unité du Grépon Blanc, d'origine volcano-détritique.
- Un socle permo-carbonifère, unité du Métailler, dont la stratigraphie est complexe; on y distingue des métapélites (gneiss et schistes) et des niveaux discontinus ou des lentilles de metabasites (prasinites, métabasites, métagabbros).

Les sommets principaux de cette région y sont taillés: Rosablanc, Mont-Fort, Bec des Etagnes et Mont-Gelé. Dans les Alpes internes, les roches pauvres en calcaire dominant. Tous les relevés géobotaniques ont été effectués dans la série de Métailler; la végétation recouvre donc une roche de nature siliceuse.

⁴ La description géologique se base principalement sur le travail de PITTELOU & GERBER (1988)

GÉOMORPHOLOGIE

Le paysage de la région du Mont-Gelé est marqué par les glaciers qui ont reculé et finalement disparu, et par les phénomènes périglaciaires, qui sont visibles et souvent encore actifs.

Formes structurales et organogènes

Le Mont-Gelé s'élève à plus de 3000 m. Des escarpements rocheux découpés en dentelle juste en

dessous du sommet correspondent aux zones de roche en phase de gélifraction, recouverts parfois de lichens. Les arêtes principales ont une orientation NE-SW. Plus bas sur le terrain, les plages vertes désignent le sol sur roche en place où la colonisation par la végétation est régulière.

Formes liées à la gravité

L'altitude favorise les phénomènes de gélifraction. La perpétuelle action du gel et du dégel fait éclater la roche: par gravité des blocs de différente taille tombent, roulent et s'accumulent en bas de pente, formant d'importants éboulis. Les versants du Mont-Gelé sont ainsi principalement recouverts d'un voile d'éboulis toujours renouvelé (versants N et NW). Ce renouvellement est non seulement dû à la gélifraction, mais aussi aux chutes de pierres provoquées par le déclenchement des avalanches.

Les pentes raides entaillées de routes et de pistes sont soumises aux

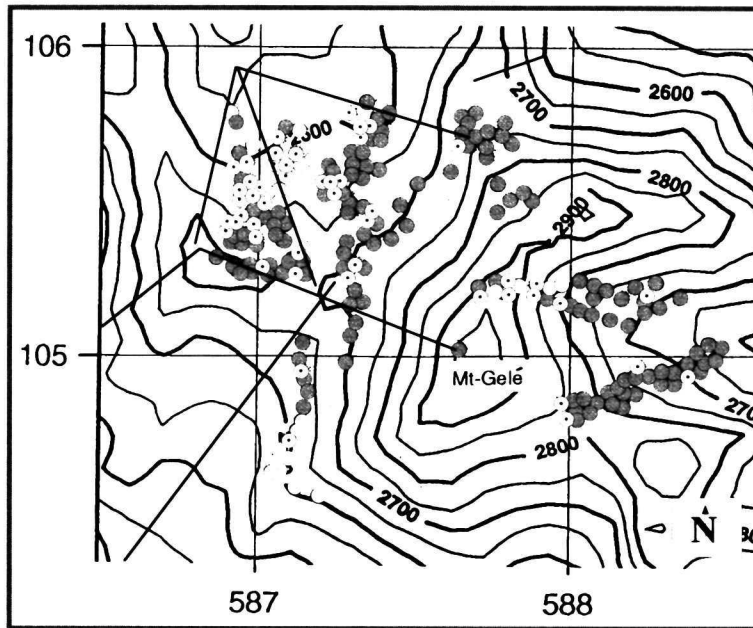


Fig. 2. Mesures BTS du Mont-Gelé: présence de pergélisol.

- Pergélisol probable
- ◐ Pergélisol possible
- Pergélisol improbable

phénomènes de solifluxion (action du sol de fluier sous l'effet de l'alternance gel-dégel).

Formes périglaciaires, pergélisol

Parfois, les éboulis régénèrent les matériaux des glaciers rocheux. Pour peu qu'il y ait un névé en pied de pente, celui-ci alimente en eau le glacier rocheux qui continuera d'avancer. Durant les hivers 1992 et 1993, environ 200 mesures BTS (Bottom Temperature of the winter Snowcover) ont été effectuées sur les principaux appareils périglaciaires. Elle ont mis en évidence la présence de sol gelé en permanence (fig. 2). Cette méthode simple développée par HAEBERLI (1973) est décrite par REYNARD (1996).

Hydrographie

La limite climatique des neiges (limite à laquelle la neige fond, en été, sur les plans horizontaux) est située entre 2700 et 3200 m selon LANDOLT & AESCHIMANN (1986). A l'ombre et dans les couloirs d'avalanches, la neige persiste et forme des névés pérennes ou recouvrant certaines zones pendant 10 à 11 mois. La limite des neiges varie en fonction de la température estivale et du volume des précipitations.

N°	altitude (m)	exposition	pente (°)	pH
1	2770	NWW	30	5
3	2820	S	40	4,5
4	2750	NNW	20	4,5
5	2940	-	-	5
6	2980	SE	30	4,5
7	2970	SE	20	4,5
8	2740	W	30	4
9	2710	SW	30	4
11	2860	SE	35	4,5
12	2840	E	25	4
13	2850	NEE	30	5
14	2840	E	25	4
15	2610	-	-	4,5
16	2600	S	30	4
17	2800	S	35	4,5
18	2870	SSE	35	4
19	2930	-	-	4
21	2700	W	30	4
22	2680	S	20	4
23	2600	SW	30	4
24	2670	NEE	30	4
25	2730	-	-	4,5
26	2620	SSW	40	4,5

Tableau I. Conditions stationnelles des relevés



Fig. 3 – La gentiane pourpre. – DESSIN N. BRETZ GUBY

Formes anthropiques

Le Mont-Gelé est très utilisé pour la pratique du ski en hiver et de la randonnée en été. Le terrain est ainsi parcouru de chemins et de pistes empruntés par les véhicules de chantier et les vélos en été, par les dameuses de pistes et les skieurs en hiver.

VEGETATION

Méthodologie

Vingt-six relevés de végétation de surface comprise entre 4 et 64 mètres carrés ont été effectués durant l'été 1993 selon la méthode classique de BRAUN-BLANQUET (1964). Les relevés figurent dans le tableau II, leurs conditions stationnelles dans le tableau I. Les mousses n'ont pas été prise en compte dans ce travail, ceci en accord avec ROUX & SALANON (1974).

L'analyse des relevés et la présentation des données ont été facilitées par l'emploi des programmes informatiques mis au point par CLOT & DELARZE (1987), sur l'ordinateur Vax de l'Université de Lausanne: analyses multivariées, calculs d'indices moyens selon LANDOLT (1977), confection de tableaux ordonnés.

La nomenclature adoptée, pour des raisons de commodité informatique, est celle de TUTIN *et al.* (1964-1980). La seule exception est celle de *Semprevivum tectorum ssp. alpinum*, non reconnu par cette ouvrage, mais admis par les flores récentes, comme celle de AESCHIMANN & BURDET (1994) ou l'*Index synonymique* de AESCHIMANN & HEITZ (1996). L'ordre systématique est celui de HESS *et al.* (1980). La nomenclature synsystématique est celle de OBERDORFER (1994).

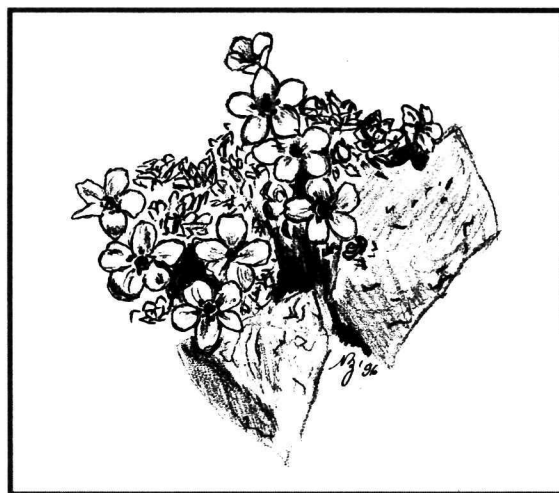


Fig. 4. L'androsace alpine. – DESSIN N. BRETZ GUBY

FESTUCION VARIAE

C'est une pelouse subalpine à alpine, xérophile et héliophile. Elle est massivement dominée par les touffes de *Festuca varia*, auxquelles se mêlent les compagnes acidophiles du Nardion (*Geum montanum*, *Gentiana acaulis*, *Hieracium alpinum*) et du Caricion *curvulae* (*Juncus jacquinii*, *Veronica bellidioides*, *Senecio incanus*). Elle occupe les versants exposés au sud, tôt déneigés, jusqu'à 2700 m. Elle se développe sur des sols peu épais, sur roche en place, stables. A altitude supérieure, ce sont ces derniers qui, sur ces versants, prédominent. Les éboulis actifs et l'abondance de la neige sont propices à la présence de cette végétation sur de grandes surfaces où la couverture végétale est extrêmement lâche: les caractéristiques d'alliance et unités supérieures (*Androsace alpina*, *Ranunculus glacialis*) n'apparaissent en effet que ça et là avec quelques compagnes (*Gentiana bavarica*, *Doronicum clusii*, *Salix herbacea* par exemple), profitant de la faible compétition interspécifique.

CARICION CURVULAE

Cette pelouse alpine, climacique de l'étage alpin sur silice occupe, comme le rappelle OZENDA (1985) soit des replats, soit des versants de faible déclivité. Dans le contexte, cette formation, fortement dominée par *Carex curvula*, recouvre localement totalement le sol. Parmi les espèces caractéristiques, seules *Pedicularis kernerii*, *Juncus jacquinii*, *Senecio incanus* et *Leontodon pyrenaicus ssp. helveticus* sont bien répandues. La propension de ce groupement à occuper les replats le met en contact avec la végétation des combes à neige du *Salicion herbaceae* (*Alchemilla pentaphyllea*, *Salix herbacea*, *Leucanthemopsis alpina*), avec qui elle forme un groupement mixte. Par commodité, ces deux alliances ont été cartographiées ensemble sur la carte de végétation.



	A A	B B B B B B B B	C C C C C C C	D D D D D D
	5 3	4 1 6 1 2 3 8 9	1 2 2 1 2 4 7 8 1 5 5 4	2 1 2 1 2 9 3 6 2 7 6
a				
<i>Kobresia myosuroides</i>	1 3	.	.	.
<i>Erigeron uniflorus</i>	+ +	.	.	.
b				
<i>Ranunculus glacialis</i>	.	.	.	.
<i>Androsace alpina</i>	.	1 2 1	.	.
<i>Saxifraga bryoides</i>	+ 2	. 1 . 1 . 1 1 2	+	1
<i>Doronicum clusii</i>	+	1 1 . 1 . 1 .	1 . . . .	.
c1				
<i>Gentiana bavarica</i>	.	1 2 1 + 1 . . 1	. 1 . + . . .	.
<i>Veronica alpina</i>	+	+. . 1 1 + . .	1 1 . . . + .	.
<i>Alchemilla pentaphyllea</i>	.	.	.	.
<i>Salix herbacea</i>	.	. 1 1 . . 2 . .	4 3 . 3 2 3 2	.
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	1 .	. 1 + + . . 1 1	1 1 1 1 2 1 1	1 . . . 1 .
<i>Omalotheca supina</i>	.	.	.	.
<i>Sibbaldia procumbens</i>	.	. . . 1 . . . 2	. 2 . . 1 . .	.
c2				
<i>Carex curvula</i>	.	. . . 2 + . . 2	. 2 . . 3 3 5	3 1
<i>Veronica bellidioides</i>	.	.	.	1 1 . 2 . +
<i>Juncus jacquinii</i>	. 1	.	.	. . . 3 3 1
<i>Pedicularis kernerii</i>	. +	.	.	.
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	.	.	.	.
<i>Senecio incanus</i>	1 .	+ . . 2 . . 1 +	. . . + . . 1	. . 1 + 1 .
<i>Leontodon pyrenaicus ssp. helv.</i>	+	.	+	. . . 1 1
<i>Euphrasia minima</i>	.	.	.	1
d				
<i>Euphrasia alpina</i>	.	. . . 1 . + . .	1 . 1 + . . .	.
<i>Festuca varia</i>	.	.	.	1 3 4 . 1 3
e				
<i>Gentiana acaulis</i>	.	.	.	. 2 1 . . .
<i>Gentianella campestris</i>	.	.	.	. 1 . 1 + .
<i>Gentiana purpurea</i>	.	.	3 . . + +	.
<i>Geum montanum</i>	.	.	2 . 2 1 . . +	. 1 1 1 2 2
<i>Hieracium alpinum</i>	.	.	.	+ 1 1 + . .
<i>Potentilla aurea</i>	.	.	2 . + + .	.
<i>Trifolium alpinum</i>	.	.	.	. . 2 . 1 .
f				
<i>Poa alpina</i>	.	1 1	1 1 2 1 . 2 1	.
<i>Festuca violacea</i>	1 .	. 1 1 . . 1 2 .	. 2 4 1 . . .	. . . 2 2 2
<i>Polygonum viviparum</i>	. 1	. 1 . . . . .	. + 1 1 . . .	1
<i>Silene acaulis ssp. exscapa</i>	. 2	1 2	. +	+
<i>Cerastium uniflorum</i>	1 .	.	.	.
<i>Sempervivum alpinum</i>	+ 1	. . + . . 2 .	. 1 1 1 + . .	2 . 1 . 2 +
<i>Sedum arvense</i>	.	. . . 1 1 . 1 .	. . . . 1 .	.
<i>Saxifraga androsacea</i>	.	+	.	.
<i>Ligusticum mutellina</i>	. +	. 1 1	+ 1 1 2 . 3 .	. . . . 1
<i>Myosotis alpestris</i>	.	.	.	.
<i>Campanula scheuchzeri</i>	+ 1	.	.	.
<i>Cirsium spinosissimum</i>	.	+	.	.
<i>Homogyne alpina</i>	.	.	1 . 1 . .	.
<i>Achillea nana</i>	.	. . 1 . . . .	. 1 1 . . . .	.
<i>Leontodon hispidus ssp. hisp.</i>	.	.	.	2
Nombre d'espèces accidentelles	5 2	1 1 1 1 0 0 0 0	2 0 1 0 0 0 2	1 3 2 1 1 2
Nombre d'espèces par relevé	1 1 7 2	1 1 1 1 0 1 0 2 5 8 8 0	1 1 1 1 1 1 1 3 6 8 6 2 2 2	1 1 1 1 1 5 0 2 9 2 4

SALICION HERBACEAE

Salix herbacea domine largement ce groupement en compagnie des caractéristiques habituelles (*Alchemilla pentaphylla*, *Sibbaldia procumbens*, *Leucanthemopsis alpina*). L'abondance, souvent spectaculaire, de *Polytrichum sexangulare* n'est pas retranscrite dans le tableau des relevés, conformément à ce qui a été dit plus haut. Ce groupement est en contact avec les pelouses du *Caricion curvulae*, avec lesquelles il forme un groupement de transition (voir ci-dessus). La présence localement forte de compagnes acidophiles du *Nardion* (*Geum montanum*, *Potentilla aurea*) est à mentionner.

OXYTROPIDO-ELYNION

Cette alliance typique des crêtes venteuses et peu enneigées n'existe ici qu'à l'état fragmentaire. Ce groupement est plutôt lié à des sols neutres à faiblement acides (RICHARD 1975). Les conditions édaphiques sont ici trop franchement acides pour permettre un meilleur développement de cette alliance. La physionomie de ce groupement est classique: les touffes de *Kobresia myosuroides* forment la trame d'un gazon écorché dans les interstices duquel s'insinuent les espèces d'accompagnement. Parmi ces dernières, celles qui atteignent un certain recouvrement sont en bonne partie des espèces à coussinets comme *Silene exscapa* ou *Saxifraga bryoides*.

Ci-contre, Tableau II. Relevés:

- A** *Oxytropido-Elynion*
- B** *Androsacion alpinae*
- C** *Salicion-herbaceae/Caricion curvulae*
- D** *Festucion variae*
- a** car. de l'*Oxytropido-Elynion* et unités supérieures
- b** car. de l'*Androsacion alpinae* et unités supérieures.
- c'** car. du *Salicion herbaceae* et unités supérieures
- c''** car. du *Caricion curvulae* et unités supérieures
- d** car. du *Festucion variae* et unités supérieures
- e** compagnes du *Nardion*
- f** compagnes

ESPÈCES ACCIDENTELLES

Antennaria carpatica: 9(2), *Cardamine resedifolia*: 5(+), *Achillea moschata*: 17(+), *Oxyria digyna*: 1(+), *Arenaria biflora*: 3(1), *Taraxacum apenninum*: 5(+), *Sedum alpestre*: 5(+), *Cerastium cerastoides*: 23(1), *Cardamine bellidifolia* ssp. *alpina*: 11(1), *Minuartia sedoides*: 6(1), *Phyteuma hemisphaericum*: 24(+), *Potentilla frigida*: 23(1), *Festuca halleri*: 24(+), *Potentilla grandiflora*: 16(1), *Gentiana punctata*: 14(3), *Ranunculus montanus*: 26(1), *Hutchinsia alpina* ssp. *alpina*: 5(+), *Sempervivum arachnoideum*: 3(1), *Sempervivum montanum*: 22(1), *Saxifraga oppositifolia*: 5(+), *Lotus alpinus*: 26(1), *Viola calcarata*: 8(1), *Vaccinium myrtillus*: 16(3), *Bartsia alpina*: 14(1), *Scabiosa lucida*: 23(+), cf. *Arabis* sp.: 4(+), *Gentiana acaulis*.

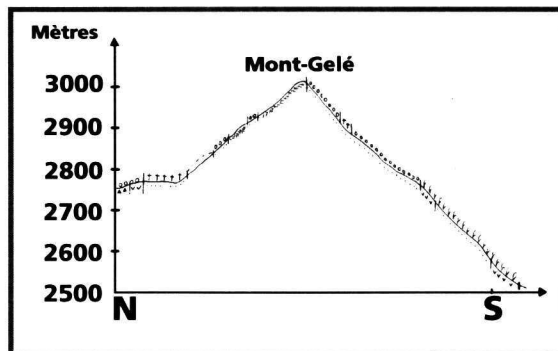


Fig. 6a – Profil: géomorphologie-végétation: Nord-Sud

Ce groupement végétal est localisé sur l'arête NW du Mont-Gelé. Il existe aussi de façon plus discrète sur certains escarpements rocheux inaccessibles des faces occidentale et méridionale. Ces surfaces n'ont toutefois pas été représentées sur la carte de la végétation, en raison de leur superficie trop restreinte.

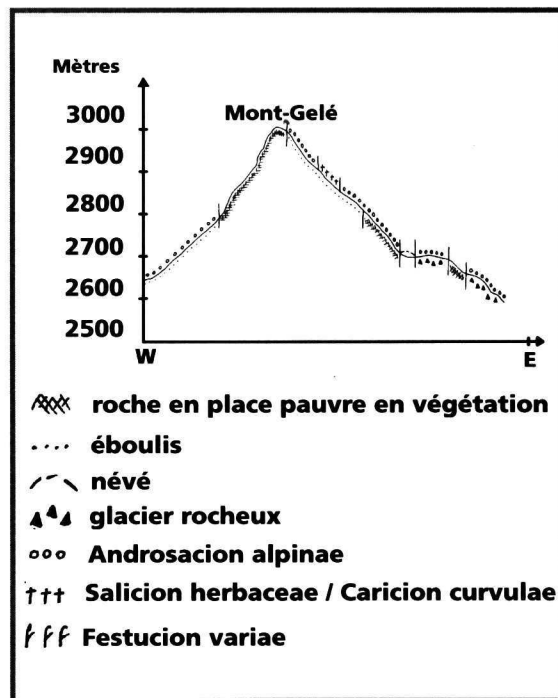


Fig. 6b – Profil: géomorphologie-végétation: Ouest-Est

DISCUSSION

Les données anciennes concernant la flore du Mont-Gelé sont peu nombreuses. La seule publication spécifiquement consacrée à cette montagne est celle de BEAUVERD (1897). Il relate ses herborisations dans le secteur, mais seule une petite partie de son article

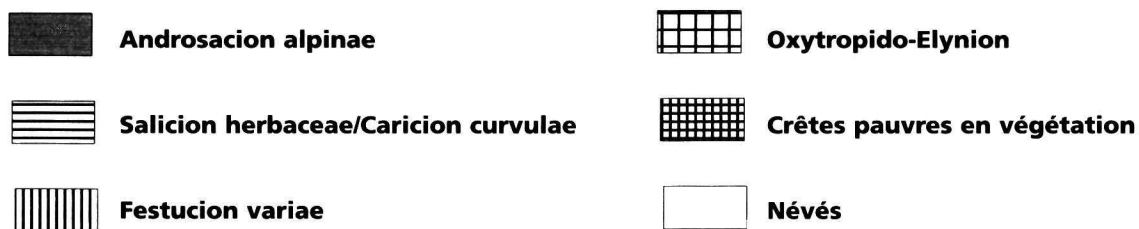
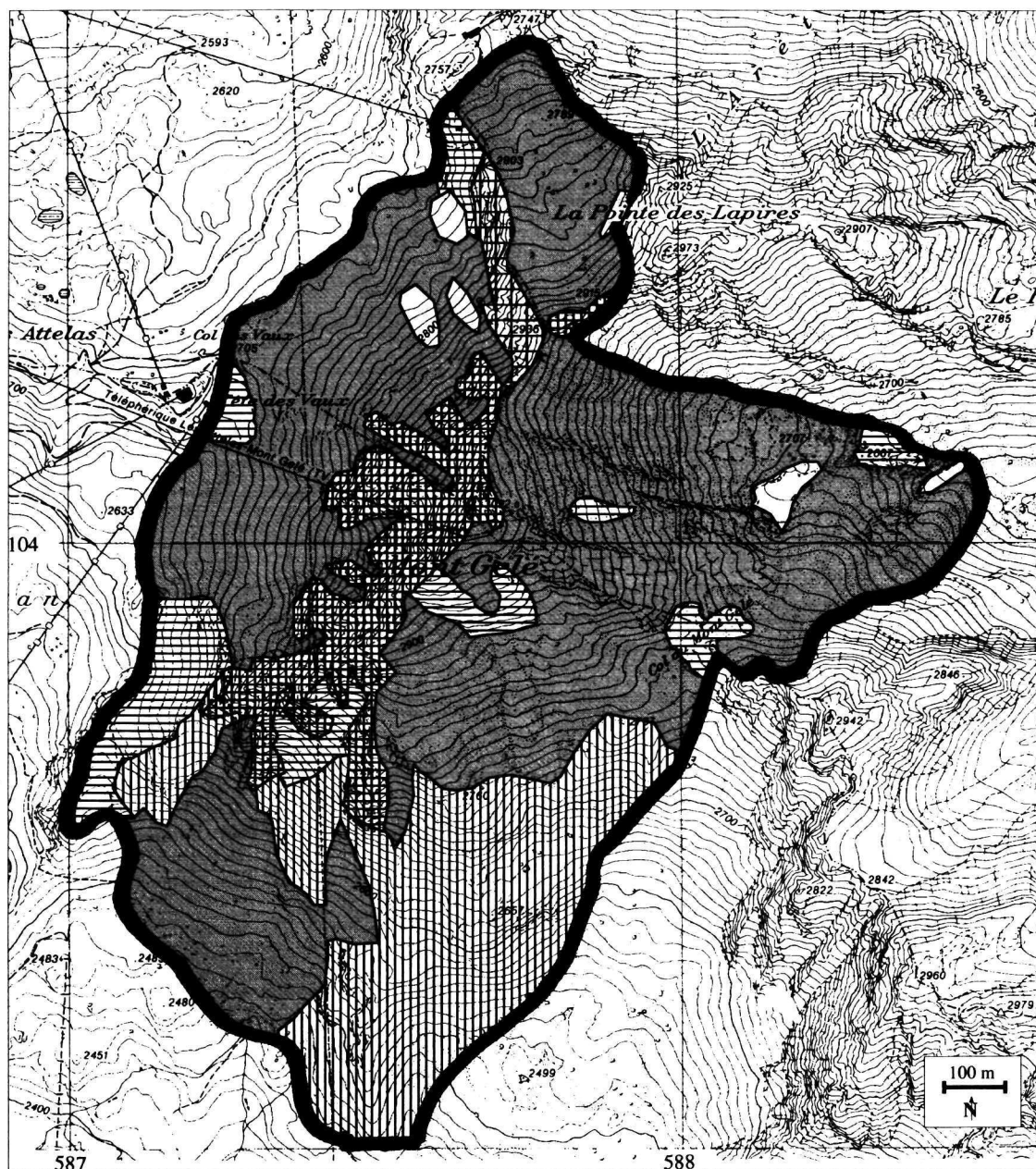


Figure 6 – Carte de la végétation.

concerne les étages alpin et nival. Les autres données à disposition se trouvent, diffuses, dans des ouvrages embrassant un cadre géographique plus vaste. Ce sont le catalogue de la flore valaisanne de JACCARD (1895), son complément par BECHERER (1956) et enfin, l'atlas de WELTEN & SUTTER (1982). Pourtant, si le Mont-Gelé est cité dans l'index des noms de lieux de JACCARD (*op. cit.*), cette mention ne semble pas reprise dans le catalogue lui-même.

Avec une septantaine d'espèces vasculaires recensées, la flore du Mont-Gelé peut être qualifiée de relativement pauvre. La seule espèce figurant avec un statut particulier à la liste rouge de LANDOLT (1991) est *Androsace alpina* (**fig. 4**), considérée comme potentiellement menacée puisque attractive. Cette pauvreté alliée à la proximité de sommets à la flore très riche (Catogne, Pierre-Avoi) peut expliquer le faible intérêt des naturalistes pour cette montagne.

La nature siliceuse de la roche-mère est un facteur limitant de la diversité floristique. La présence de *Saxifraga androsacea*, réputée calcicole, sur ce terrain acide est à relever : elle confirme une observation similaire faite par Droz (1994) dans les saulaies herbacées de la région de Derborence.

Outre les facteurs climatiques et édaphiques, les influences anthropogènes (remontées mécaniques, pistes de ski, vélos, dameuses de piste, minage pour provoquer les avalanches) sont à l'origine de la banalisation de la flore et de la végétation de ce sommet.

GEOBOTANIQUE ET GEOMORPHOLOGIE

Profils géomorphologie/végétation

Pour illustrer la relation entre la géomorphologie et la végétation, deux profils ont été dessinés à partir de la carte au 1:10'000. Ces profils correspondent respectivement aux coupes NS et WE passant exactement par le sommet du Mont-Gelé (**fig. 6**).

Ces deux paires de profils montrent l'alternance de l'*Androsacion alpinae* des éboulis avec le *Caricion curvulae-Salicion herbaceae* des combes à neige ou replats. Le profil NS met en évidence les pentes d'exposition S de l'alliance du *Festucion variaie* et les pentes au N où cette alliance n'apparaît pas du tout. Le vent soufflant principalement d'W en E, on voit très bien la crête au vent de l'alliance de l'*Oxytropido-Elynion* se dessiner sur le versant N; si le versant S n'a pas son répertoire, c'est probablement qu'il manque des relevés sur ces crêtes inaccessibles et non que cette alliance est inexistante à ces endroits.

Végétation et pergélisol

Si l'on superpose la carte géomorphologique à celle de la végétation, on se rend compte que les phénomènes du périglaciaire s'inscrivent dans les limites d'une alliance de végétation.

Les glaciers rocheux actifs, zone à pergélisol probable, sont dénudés de végétation, mais leur tendance est de développer une végétation appartenant à l'alliance de l'*Androsacion alpinae*. Les sols structurés (sur les replats) sont colonisés par les espèces de l'alliance *Caricion curvulae/Salicion herbaceae*. Cette alliance est principalement représentée dans les zones de pergélisol possible, telles les surfaces de la niche d'arrachement du col de Chassoure, la Tête des Vaux, la niche d'arrachement du versant SW et les surfaces plus élevées du versant S. Sur les zones de pergélisol improbable, présentement sur le versant S, poussent les espèces appartenant à l'alliance du *Festucion variaie*. Les limites des alliances et du pergélisol ne sont pas strictes, mais il ressort de ces cartes que le *Festucion variaie* n'apparaît jamais dans les zones de pergélisol probable. Parler ici de végétation typique des zones à pergélisol semble opportun en raison de la superposition assez bonne entre unités de végétation et unités géomorphologiques.

Les facteurs qui déterminent leur répartition sont les mêmes: altitude, exposition, pente (pied de pente/combe à neige), rayonnement solaire et durée de l'enneigement.

CONCLUSION

Cette tentative de mettre en relation végétation et pergélisol est concluante. Elle permet de montrer que dans le présent contexte, des corrélations, positives ou négatives, existent entre le tapis végétal et la présence ou non de pergélisol dans le sous-sol. Pourtant il est prématuré d'extrapoler la validité de ces résultats à d'autres contextes. Des travaux comparables entrepris dans d'autres sites permettraient de confirmer et d'affiner la valeur indicatrice des groupements végétaux en tant que révélateurs du pergélisol.

BIBLIOGRAPHIE

- AESCHIMANN, D. & H. M. BURDET, 1994. *Flore de la Suisse et des territoires limitrophes. Le nouveau Binz*. Ed. du Griffon, Neuchâtel, 603 p.
- AESCHIMANN, D. & C. HEITZ, 1996. *Index synonymique de la flore de la Suisse et territoires limitrophes* (ISFS). CRSF, Genève, 317 p.
- BEAUVERD, G. 1897. Aperçu sur la florule du Mont-Gelé de Riddes (Valais). Vallées du Rhône, de Nendaz et d'Isérables. *Bull. Murithienne* 23/25:28-44.
- BECHERER, A. 1956. *Florae Vallesiacae Supplementum*, Supplement zu Henri Jaccards Flore valaisanne. Mém. Soc. Helv. Sc. Nat. 81, 556 p.
- BRAUN-BLANQUET, 1964. *Pflanzensoziologie*, 3e éd. Springer, Wien.
- BRETZ GUBY, N. A. 1994. *Géomorphologie et végétation à l'étage alpin: l'exemple du Mont-Gelé (VS)*. Document non publié, IGUL, Univ. Lausanne. 60 pp, XXXII f. : ill.
- BRETZ, N. & M. GIROUD, 1993. *Cartographie de la répartition théorique du pergélisol dans la région du Mont-Gelé (VS)*. Document non publié, IGUL, Univ. Lausanne.
- 1994. *Géomorphologie de la région du Mont-Gelé (VS)*. Document non publié, IGUL, Univ. Lausanne.
- CLOT, F. & R. DELARZE, 1987. *Les programmes de traitement des relevés de végétation: présentation et mode d'emploi*. Document non publié, IBSG, Univ. Lausanne, 33 p.
- DROZ, J. 1994. La végétation de la région de Derborence (Conthey, Chamoson, Valais). *Geobot. helv.* 70, Krypto, 239 p. + 1 carte.
- ESCHER, A. 1988. Structure de la nappe du Gd St-Bernard entre le val de Bagnes et les Mischabel. Berne, *Service hydro. et géol. national, Rapport géologique* No 7.
- HAEBERLI, W. 1973. "Die Basis-Temperatur der winterlichen Schneedecke als möglicher Indikator für die Verbreitung von Pergélisol in den Alpen" in *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glaziologie*, Bau 9/1-2.
- HESS, H. E., E. LANDOLT & R. HIRZEL, 1980. *Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete*, 2e éd., 3 vol. Birkhäuser, Basel.
- JACCARD H. 1895. Catalogue de la Flore Valaisanne. *Nouv. Mém. Soc. Helv. Sc. Nat.* 34, 472 p.
- LANDOLT, E. 1977. *Oekologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora*. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stift. Rübel, 64, 208 p.
- 1991. *Liste rouge. Plantes vasculaires menacées en Suisse*. OFEFP, Berne, 183 p.
- LANDOLT, E. & D. AESCHIMANN, 1986. *Notre flore alpine*. Ed. du C.A.S. 333 p. + 120 pl.
- OBERDORFER, E. 1994. *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. 7e éd, Ulmer Verlag, Stuttgart, 1050 p.
- OZENDA, P. 1985. *La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen*. Masson, Paris, 344 p.
- PITTELOU, E. & CH. GERBER, 1988. *Etude géologique et minéralogique des nappes de Siviez-Mischabel et du Mont-Fort dans le Val de Nendaz*. Travail de Diplôme, non-publié. Fac. Sc. de la Terre, Univ. Lausanne.
- REYNARD, E. 1996. Glaciers rocheux et limite inférieure du pergélisol discontinu dans le Vallon de Tortin (Nendaz-Valais). *Bull. Murithienne* 114: 135-149.
- RICHARD, J.-L. 1975. Première approche de la végétation de l'étage alpin du val d'Anniviers (Alpes valaisannes, Suisse). *Doc. Phytosoc.* 9-14:223-236.
- ROUX, M. & R. SALANON, 1974. Le rôle des bryophytes et des lichens dans l'analyse multidimensionnelle appliquée à divers groupements. *Soc. Bot. France, Coll. Bryol.*: 213-224. Thelin, P. et al.
- 1993. *The Pre-Alpine Basement of the Briançonnais. Reprints from Pre-Mesozoic Geology in the Alps*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- TUTIN, T. G. ET AL. (Ed.), 1964-1980. *Flora europaea*, 5 vol. Cambridge University Press, Cambridge UK.
- WELTEN, M. & R. SUTTER, 1982. *Atlas de la distribution des ptéridophytes et des phanérogames de la Suisse*. Birkhäuser, Bâle, 2 vol. 716 + 698 p.

